

2. Ионин А.А. Газоснабжение. М., Стройиздат, 1981.
3. Ковылянский Я.А., Коротков А.И. Опыт разработки СНиП 41-10 «Системы теплоснабжения» // Промышленная энергетика, 1997. №10.

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ПЕЧИ ТУННЕЛЬНОГО ТИПА

Н.Е. ЛАПТЕВА канд. техн. наук, доц.,
А.В. НЕКРАСОВ канд. техн. наук, доц., Т.Е. ВЛАСОВА
Уральский государственный технический университет

В работе рассматриваются вопросы выбора оптимального расположения горелок, их теплофизических и аэродинамических характеристик, рационального профиля камеры нагрева при струйном отоплении применительно к печи туннельного типа трубосварочного стана для производства водогазопроводных труб. Типовая система отопления нагревательной печи стана включает горизонтальный ряд горелок, расположенных в боковых стенках печи и обеспечивающих продольное обтекание движущейся полосы (штрипса) при продольном нагреве. Ниже приведены результаты сравнительного исследования аэродинамики и теплообмена при боковом и сводовом отоплении на модели печи, построенной в масштабе 1:7. Штрипс имитировался калориметром, состоящим из двадцати трех трубок с внутренним диаметром 1,8 мм.

В схеме сводового отопления струи газов горелок ориентируются на кромки штрипса, обеспечивая поперечное (отрывное) обтекание и, вероятно, увеличение интенсивности турбулентности и интенсификацию теплообмена на кромках. К сожалению, информация об исследованиях конвективного теплообмена при отрывном обтекании струей кромки тонкой одиночной пластины, а также пакета из нескольких пластин практически отсутствует. Между тем, в практике эксплуатации отечественных печей для увеличения

коэффициента загрузки печи металлом применяют трехходовую схему движения нагреваемого штрипса.

С учетом изложенного в экспериментах по определению аэродинамических и теплофизических характеристик были приняты следующие схемы взаимного расположения горелок и калориметра: поперечное обтекание одиночной пластины вертикальными струями при условии пересечения кромки пластины осью струи; продольное обтекание одиночной пластины; поперечное и продольное обтекание пакета из трех пластин; обтекание пластин под острым углом.

В опытах с тремя штрипсами калориметр последовательно занимал положение верхней, средней и нижней пластины. Измерение скорости и интенсивности турбулентности потока воздуха проводилось при помощи термоанемометра ТАДонГУ94Т10.

Аэродинамические измерения показали, что при поперечном обтекании одиночной пластины интенсивность турбулентности приблизительно в три раза выше, чем при продольном, и составляет соответственно $\varepsilon_{\text{попер}}=17..24\%$ и $\varepsilon_{\text{прод}}=5..7\%$. Абсолютная величина турбулентных пульсаций при поперечном обтекании приблизительно в два раза выше, чем при продольном (3,7..5,4 м/с и 1,75..3,5 м/с соответственно). Эти значения для обеих схем обтекания соответствуют максимуму скорости над пластиной и наблюдаются на расстоянии нескольких миллиметров от критической точки.

Измерения с помощью термоанемометра и фотографирование визуальных картин обтекания позволили выявить геометрию структурных составляющих потоков при различных схемах обтекания: пристенного пограничного слоя, кормового следа, циркуляционной зоны на тыльной стороне пластины при поперечном обтекании, положение критической точки и др.

Особенности аэродинамики позволяют объяснить характер изменения локальных и средних коэффициентов теплоотдачи. Оказалось, что средние

коэффициенты теплоотдачи для схемы продольного обтекания одиночной пластины несколько выше, чем для поперечного обдува. Причиной, очевидно, является то, что питание теплом донной циркуляционной зоны при обогреве вертикальными струями происходит на внутренней границе струйного следа, стекающего с передней кромки пластины. Причем, струйный след уже несколько охлажден интенсивным теплообменом в окрестности критической точки, а к пластине циркуляционный поток подходит с еще более низкой температурой в результате разбавления его окружающим воздухом. Таким образом, эффект интенсификации теплообмена на кромках вследствие увеличения интенсивности турбулентности нивелируется эжекцией (а так же дефектом в активном использовании расхода газа при направлении оси струи на кромку).

Из опытов следует, что при малых значениях угла наклона оси струи к плоскости калориметра среднее значение коэффициента теплоотдачи увеличивается. Так при угле наклона $\sim 15^\circ$ коэффициент теплоотдачи возрастает приблизительно на 5 % по сравнению с продольным обтеканием.

Для печи с трехходовым движением штрипса сводовый вариант отопления оказался более предпочтительным как в аэродинамическом, так и в теплообменном отношении, чем отопление боковыми горелками. При сводовом отоплении обеспечивается более эффективный теплообмен на кромках штрипса, более равномерное распределение продуктов горения между ветвями штрипса и повышение производительности печи на 5..7%.